



20 Maggio 2021

Webinar

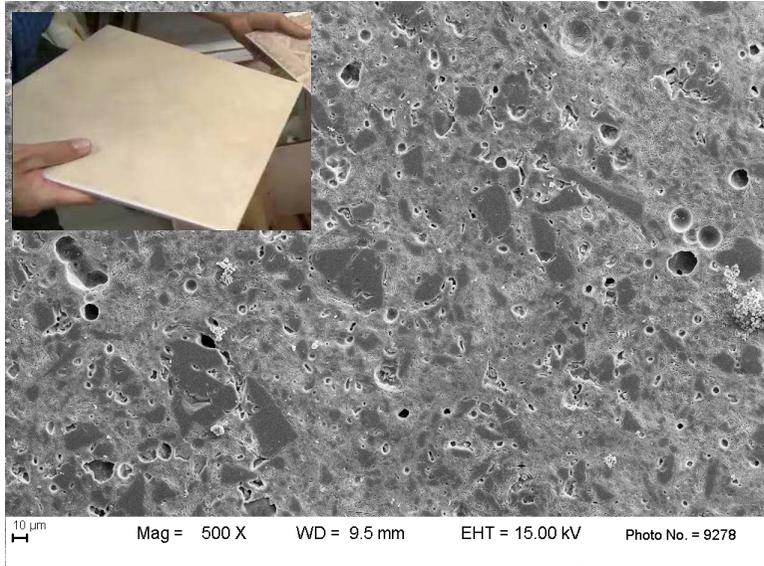
**QUALITA' DELLE
LASTRE CERAMICHE
E METODI DI TAGLIO**

SINERGIA PRATICA INDUSTRIALE & RICERCA APPLICATA : valutazione del comportamento al taglio delle lastre di ceramica

**ELISA RAMBALDI
Centro Ceramico**

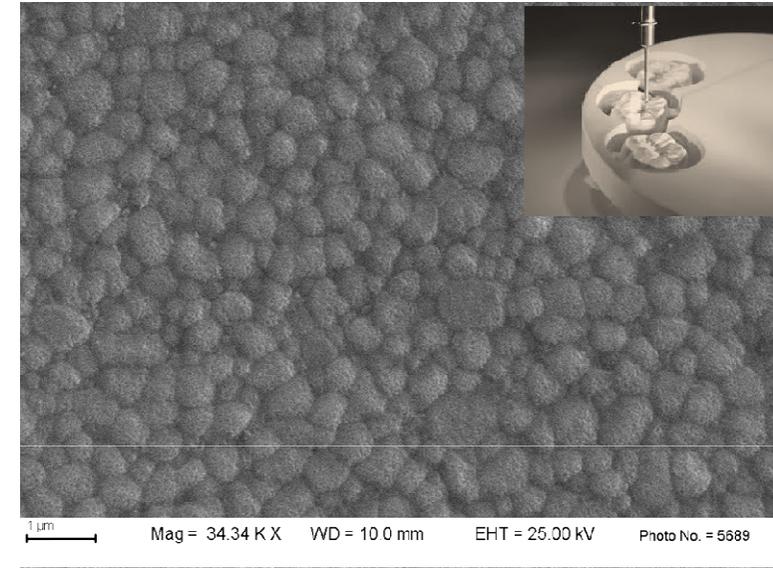
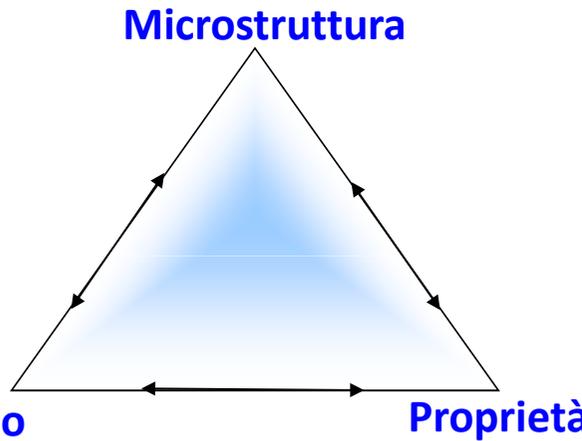
**ANTONIO TARTAGLIA
ABK**

Il ruolo delle materie prime e del processo produttivo

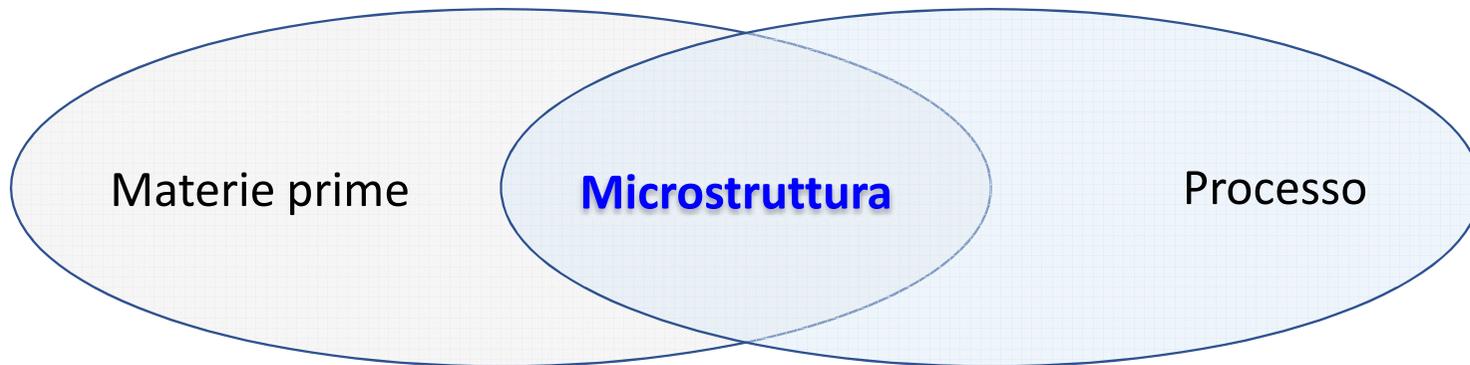


Gres porcellanato

Processo

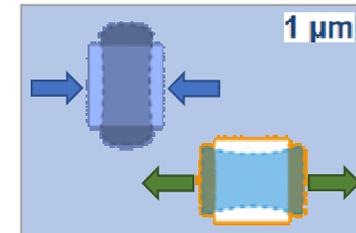
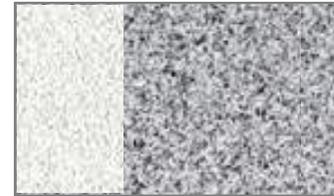


Zirconia



Approccio microstrutturale

Superficie della lastra

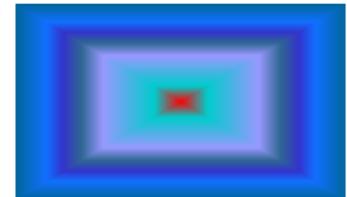


Differenze di densità nella lastra ceramica non sinterizzata

Diverse proprietà termiche dei cristalli e diversa composizione della fase amorfa

Diversa temperatura tra la superficie e il nucleo della lastra durante il raffreddamento rapido

Sezione trasversale della lastra



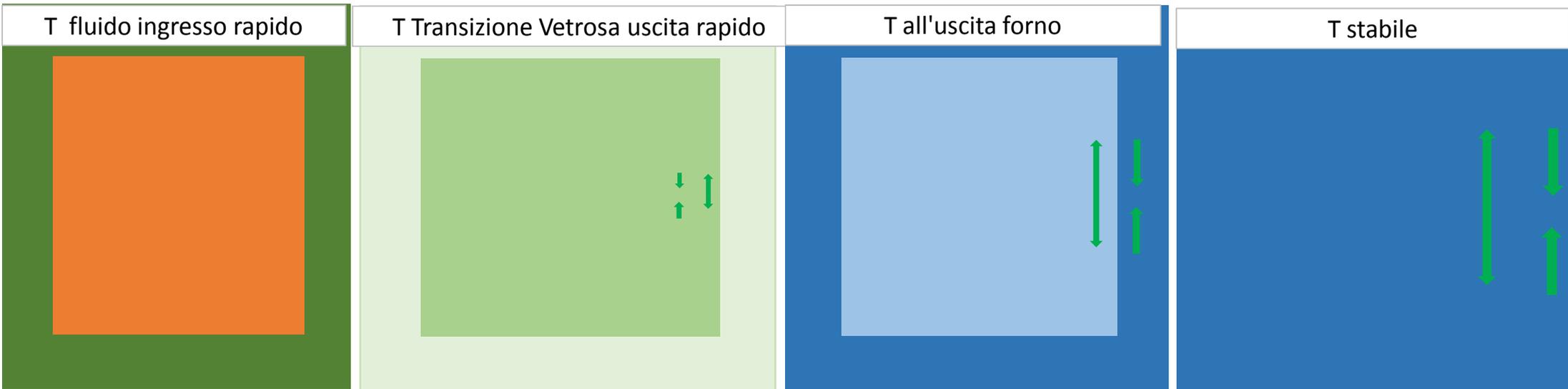
Eterogeneità microstrutturali



Introduzione

Effetto del raffreddamento rapido sul bordo e precompressione della lastra

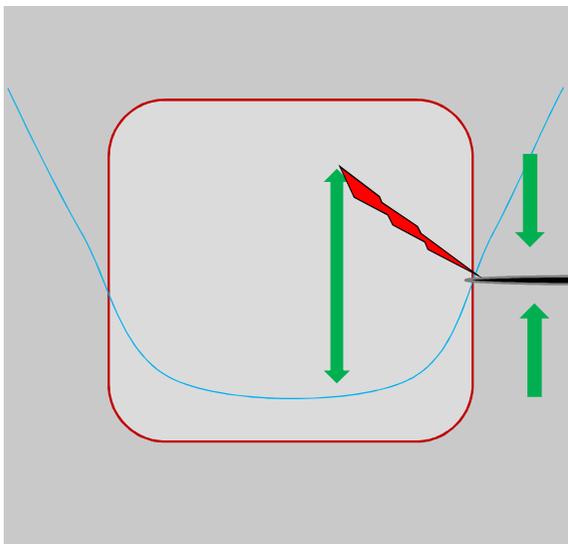
Comportamento paragonabile al vetro temprato



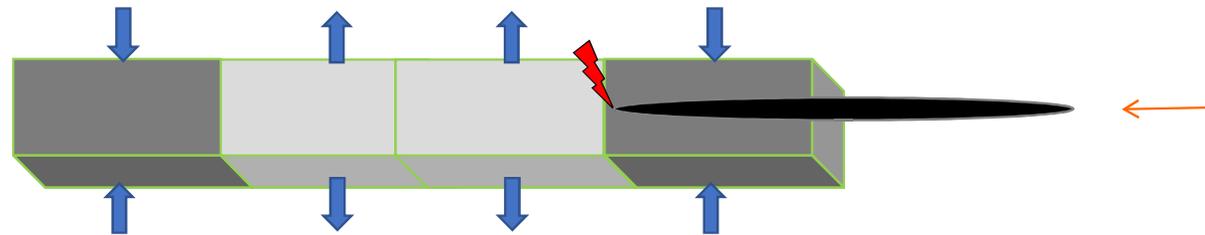
Introduzione

TAGLIO TENSIONATO PER RR

Rompe in ingresso alla fine della zona compressa e all'inizio della zona in trazione



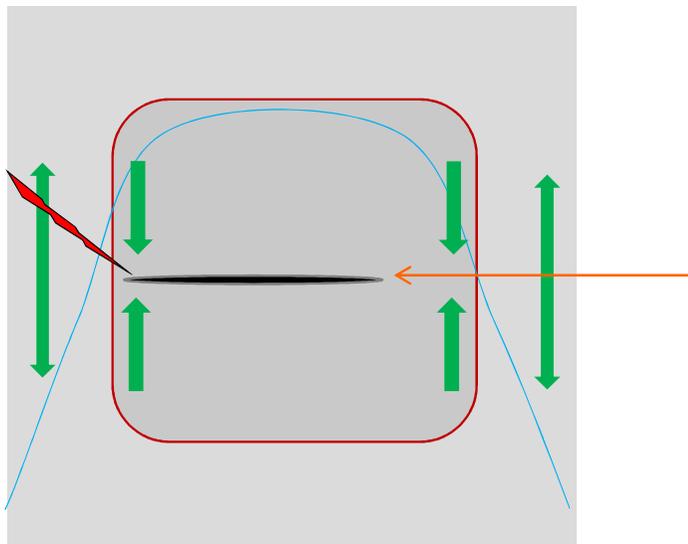
Vista in pianta



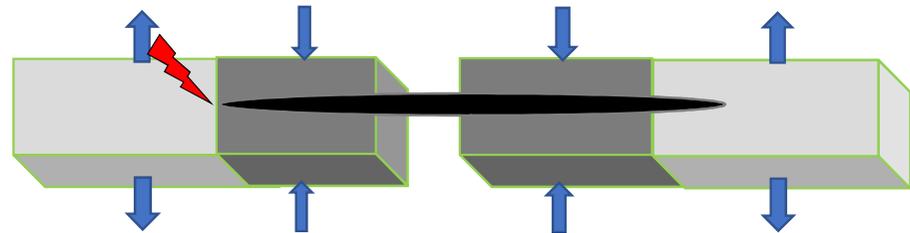
Introduzione

TAGLIO TENSIONATO PER SINTERIZZAZIONE DISOMOGENEA

Rompe in uscita all'inizio della zona in trazione dopo aver attraversato tutta la zona compressa interna



Vista in pianta



Introduzione

TAGLIO TENSIONATO PER SINTERIZZAZIONE DISOMOGENEA

Stima della deformazione imposta dalla diversa porosità per COE e da differenza di ritiro

Tensione da differente COE							
Impasto	AA	a	D T	aD T	L a T aggancio	contrazione	L a T ambiente
	%	κ^{-1}	K		mm	mm	mm
S	0,05	6,72E-06	685	4,60E-03	3247	14,95	3.232
S	0,30	6,54E-06	685	4,48E-03	3247	14,55	3.232
						0,40	

Tensione da differente Ritiro							
Impasto	AA	Ritiro			L al taglio	contrazione	L a T ambiente
	%	%			mm	mm	mm
S	0,05	7,80%	+cotto	+pressato	3545	277	3.268
S	0,30	7,90%	- cotto	-pressato	3545	280	3.265
						-3,55	

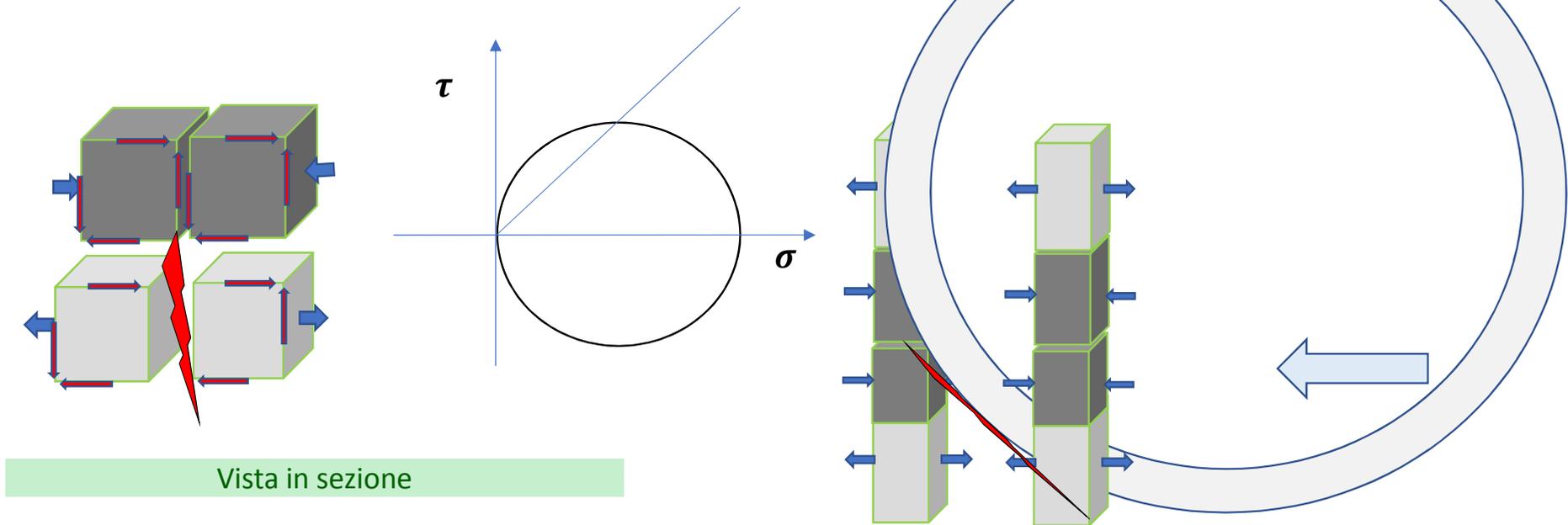
Tensione da differente Ritiro							
Impasto	AA	Ritiro			L al taglio	contrazione	L a T ambiente
	%	%			mm	mm	mm
A	0,00	7,17%	+cotto	+pressato	3545	254	3.291
A	0,15	7,40%	- cotto	-pressato	3545	262	3.283
						-8,15	



Introduzione

TAGLIO TENSIONATO SEZIONE

Anche in sezione c'è tensione



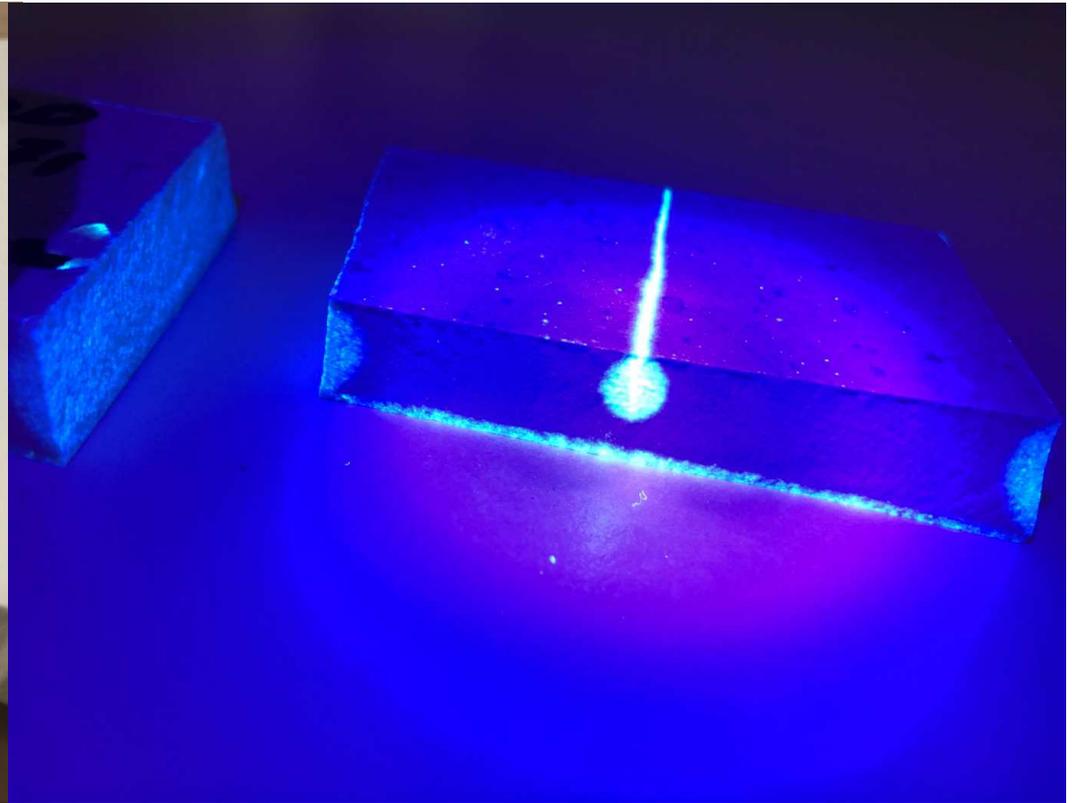
Pratica industriale

→ EFFETTO DEL TAGLIO SULLE TENSIONI

→ Come si propaga la frattura nel corpo per il solo effetto dell'incisione del diamante



Bianco: effetto evidenziato col blu di metilene



Nero: effetto evidenziato dopo immersione nella fluorescina

Scopo dello studio

Correlazione delle caratteristiche microstrutturali con la risposta al taglio delle lastre di gres porcellanato.

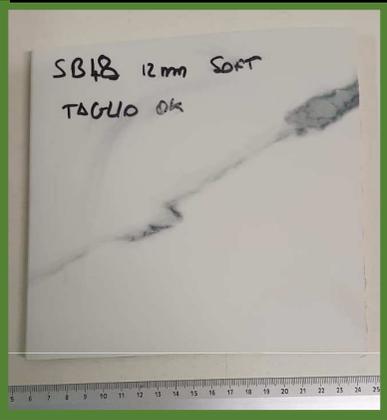


Pratica industriale Scelta dei campioni

- campioni che si tagliano bene **in verde**
- campioni che si tagliano male **in rosso**

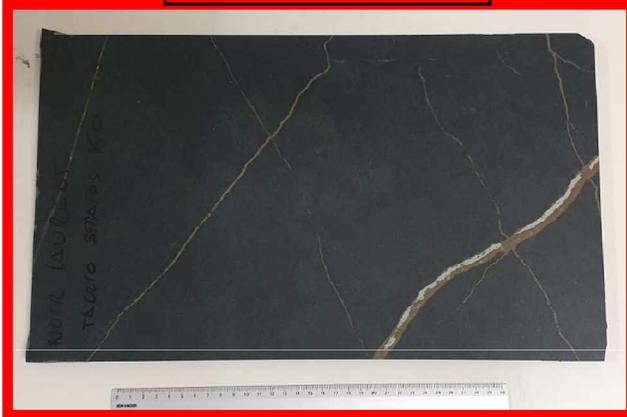
S1

Bianco soft - 12 mm



S2

Noir soft- 12 mm



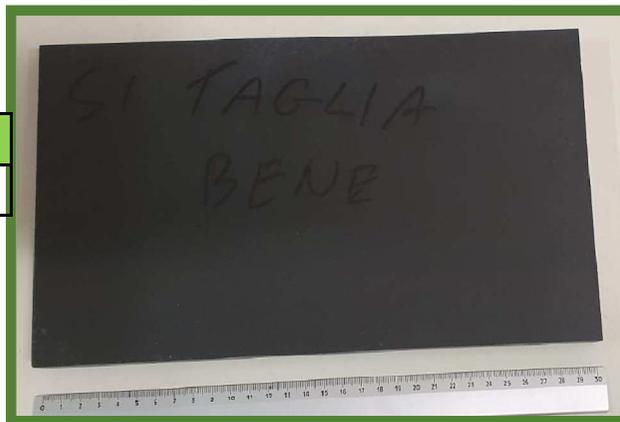
S3

Nero soft- 12 mm



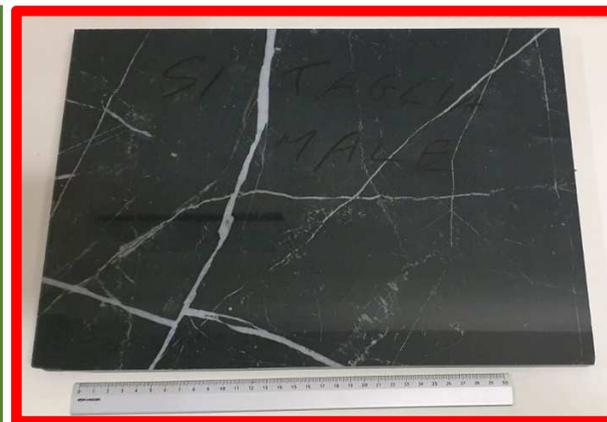
S4

Black soft - 20 mm



S5

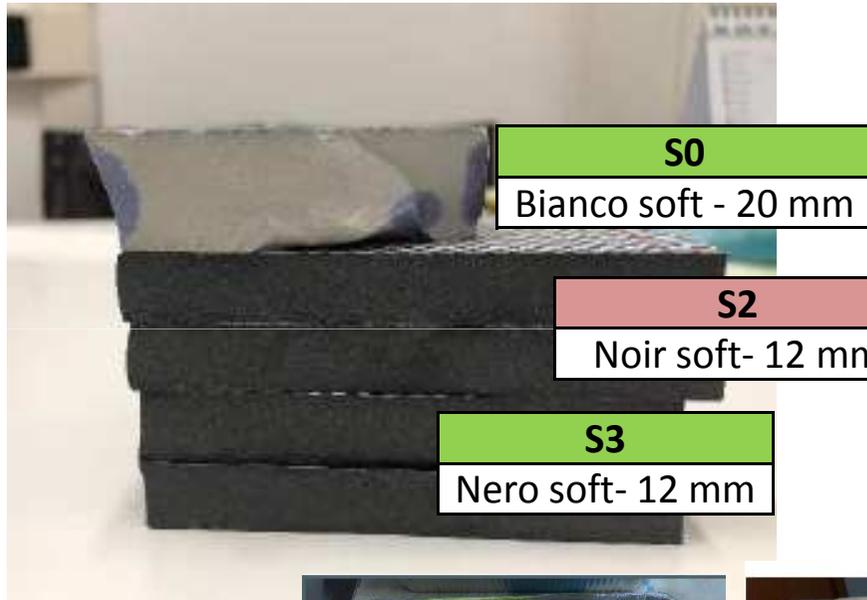
Nero soft- - 20 mm



Pratica industriale

Porosità lungo lo spessore

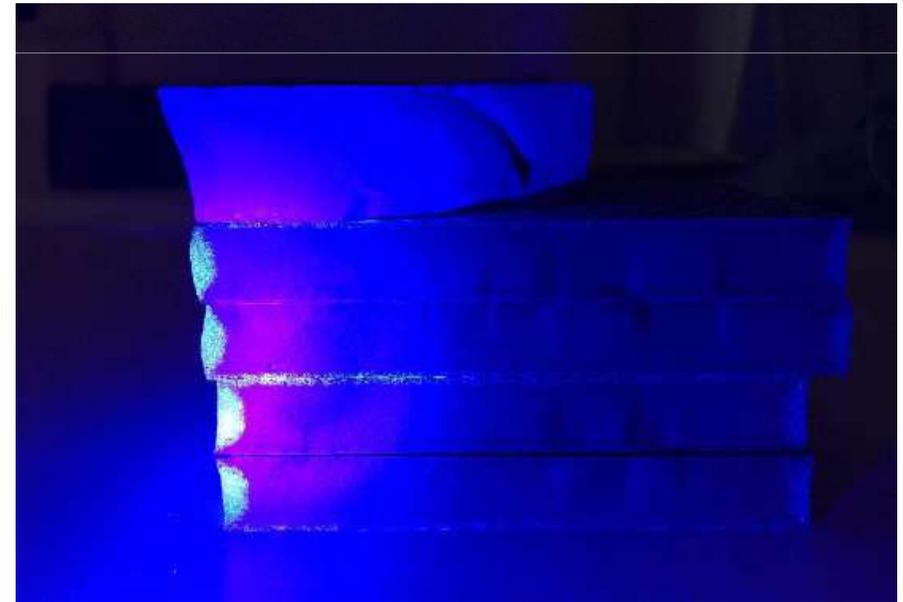
- campioni che si tagliano bene **in verde**
- campioni che si tagliano male **in rosso**



S2
Noir soft- 12 mm
AA = 0,52%
MOR = 28,1 N/mm ²

S3
Nero soft- 12 mm
AA = 0,41%
MOR = 32,2 N/mm ²

Immersione in blu di metilene



Immersione in fluorescina

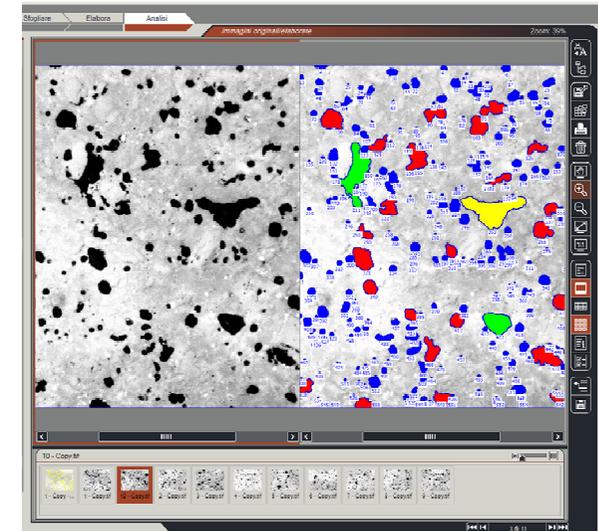
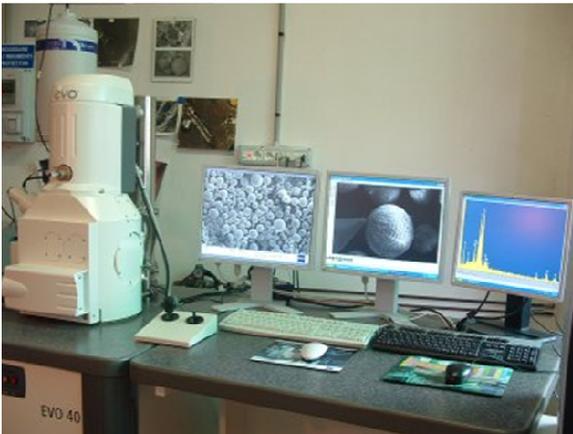


Illuminazione con lampada UV

Ricerca applicata

Metodo di analisi

- Analisi mineralogica (XRD) quantitativa → composizione in termini di fasi cristalline e fase amorfa
- Osservazioni microstrutturali e microanalisi (SEM-EDS) → grado di greificazione
→ composizione chimica
- Analisi d'immagine di micrografie al microscopio ottico → spessore smalto e ingobbio
→ porosità totale
→ distribuzione della porosità



Risultati

Analisi XRD quantitativa – tecnica Rietveld-RIR

	Spessore 12 mm			Spessore 20 mm	
	S1	S2	S3	S4	S5
Quarzo	22,9	22,3	25,1	27,1	19,9
Mullite	14,1	13,2	13,5	19,4	13,1
Plagioclasì	13,2	11,4	12,5	12,3	13,3
α -allumina	10,2	0	0	0	0
Zircone	2,2	0	0	0	0
Ossidi Fe-Cr	0	3,3	3,3	3,8	3,8
Fase amorfa	37,4	49,7	45,6	37,4	49,9
IS	1,1	1,7	1,4	1,3	1,7

- campioni che si tagliano bene **in verde**
- campioni che si tagliano male **in rosso**

INDICE DI SINTERIZZAZIONE (IS)

$$IS = \frac{\%mullite + \%amorfo}{totale\%Cristalli.residui}$$

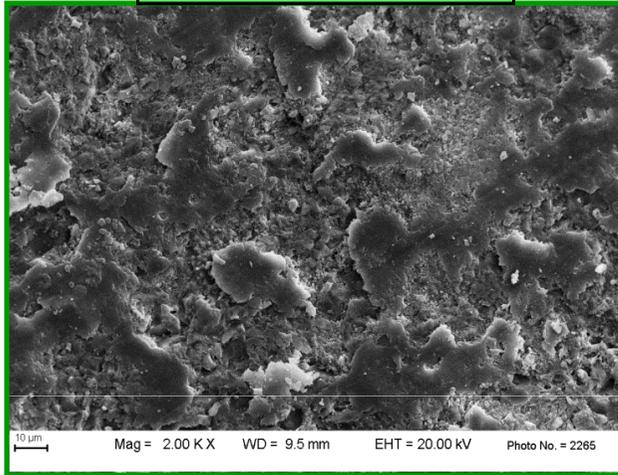


Risultati

Osservazioni SEM della sezione delle lastre

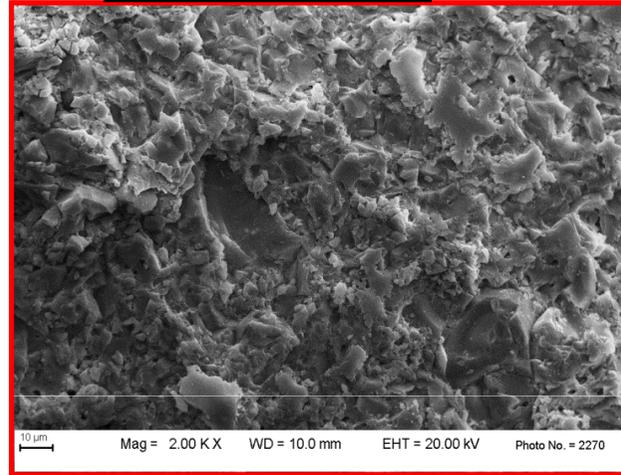
S1

Bianco soft - 12 mm



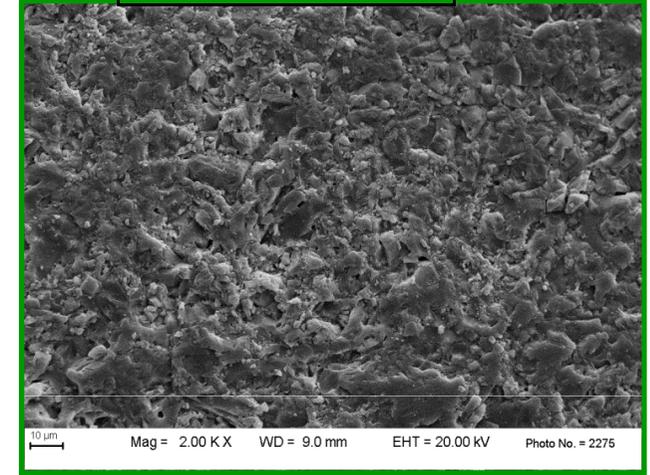
S2

Noir soft- 12 mm



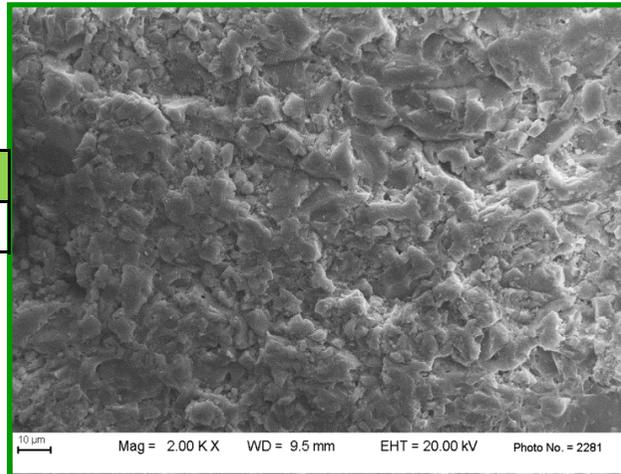
S3

Nero soft- 12 mm



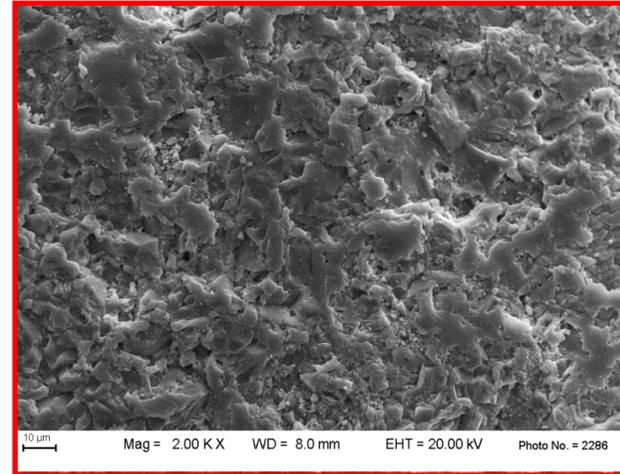
S4

Black soft - 20 mm



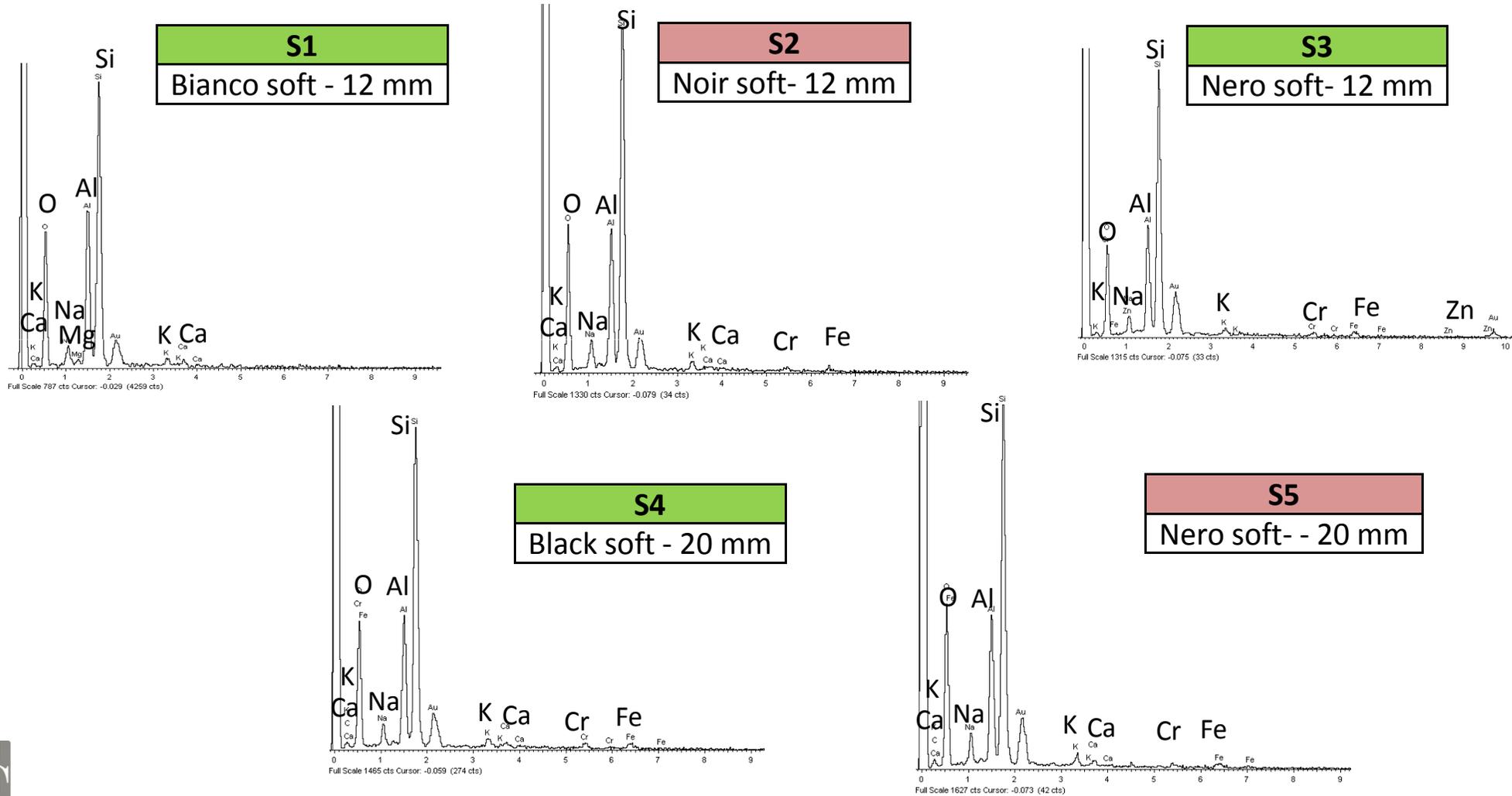
S5

Nero soft- - 20 mm



Risultati

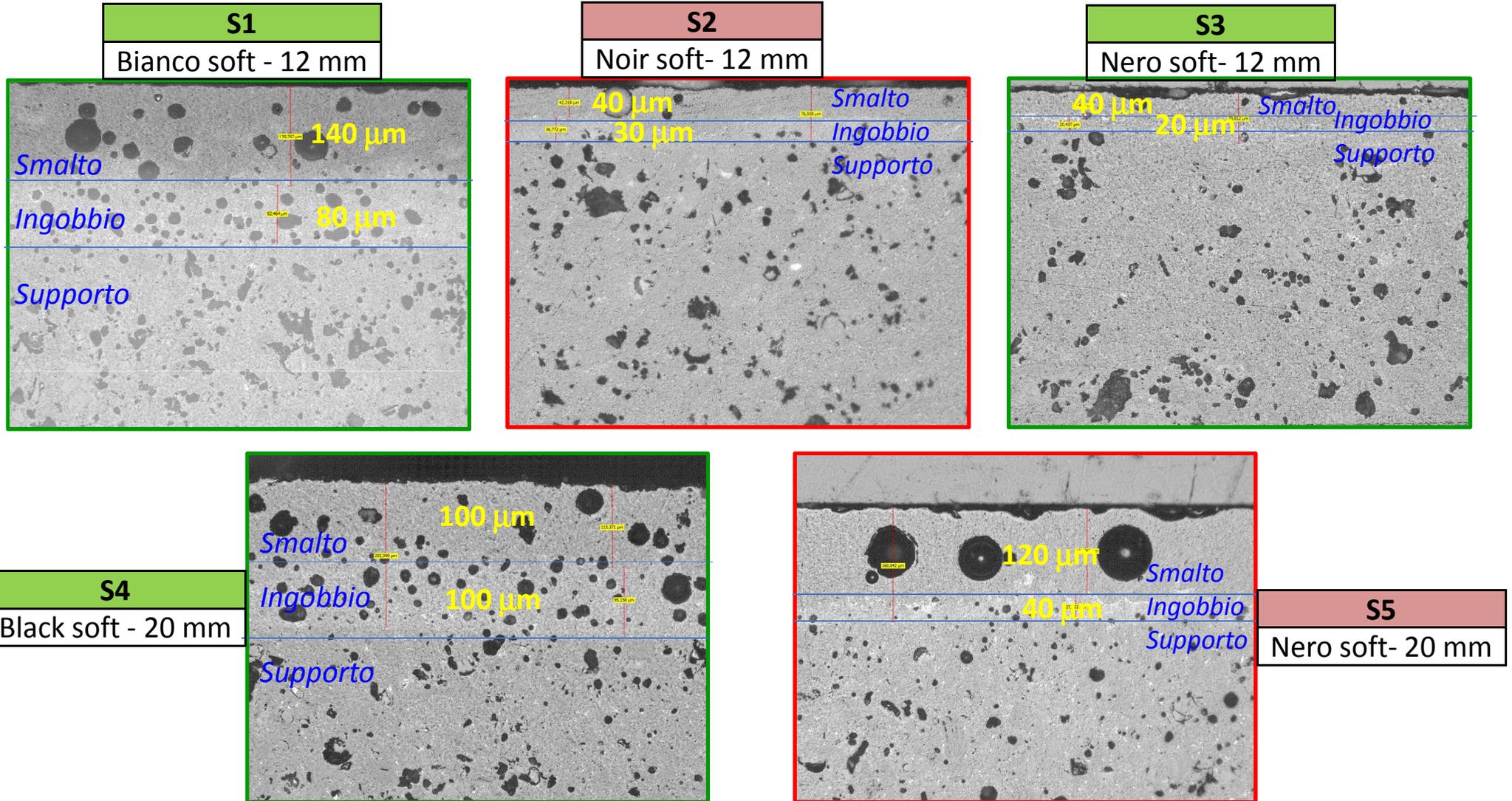
Microanalisi EDS della sezione delle lastre



Risultati

Analisi di immagine

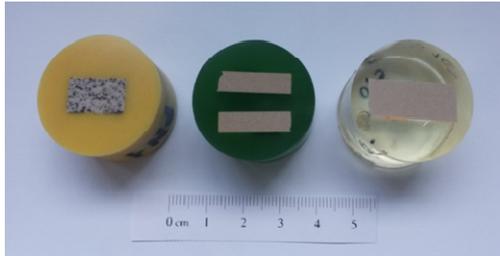
Spessore degli strati di smalto e ingobbio



Risultati

Analisi di immagine

Porosità totale (%) delle lastre e spessore degli strati di smalto e ingobbio.



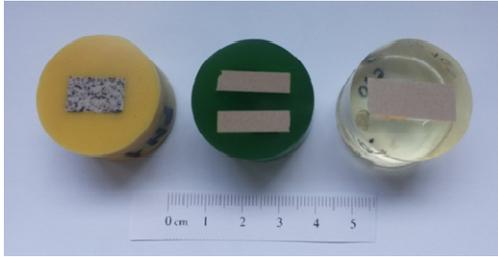
- campioni che si tagliano bene **in verde**
- campioni che si tagliano male **in rosso**

	Spessore 12 mm			Spessore 20 mm	
	S1	S2	S3	S4	S5
Spessore smalto+ingobbio, μm	140+80	40+30	40+20	100+100	120+40
Spessore smalto+ingobbio rispetto allo spessore totale, %	1,8	0,7	0,5	1,0	0,8

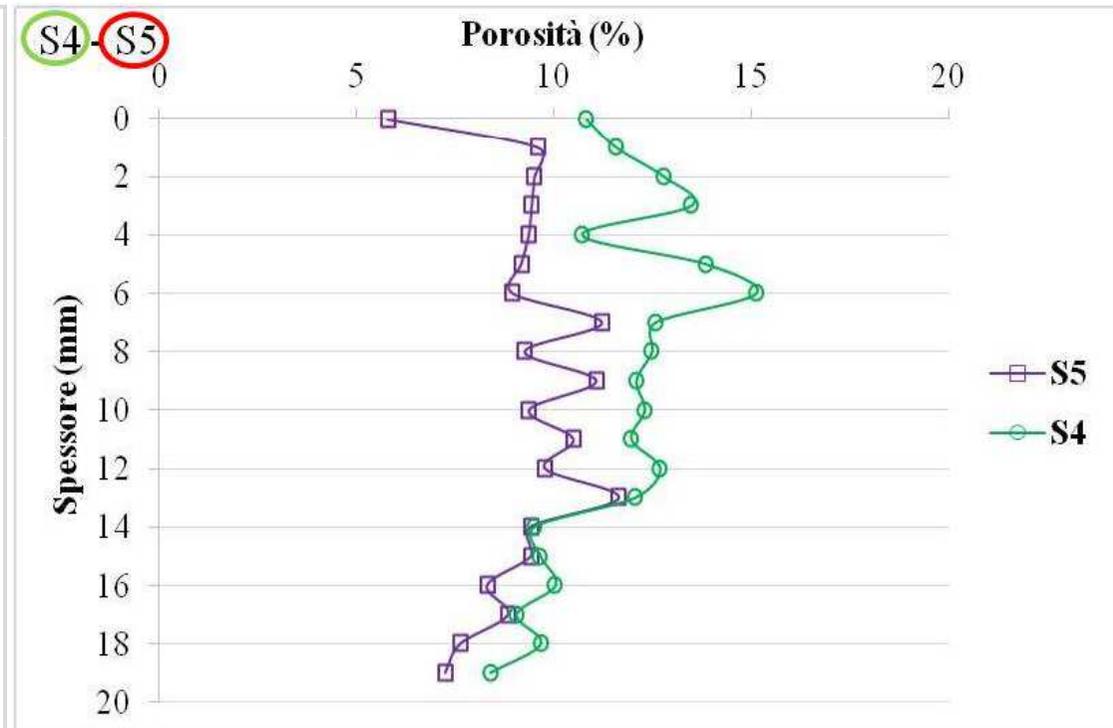
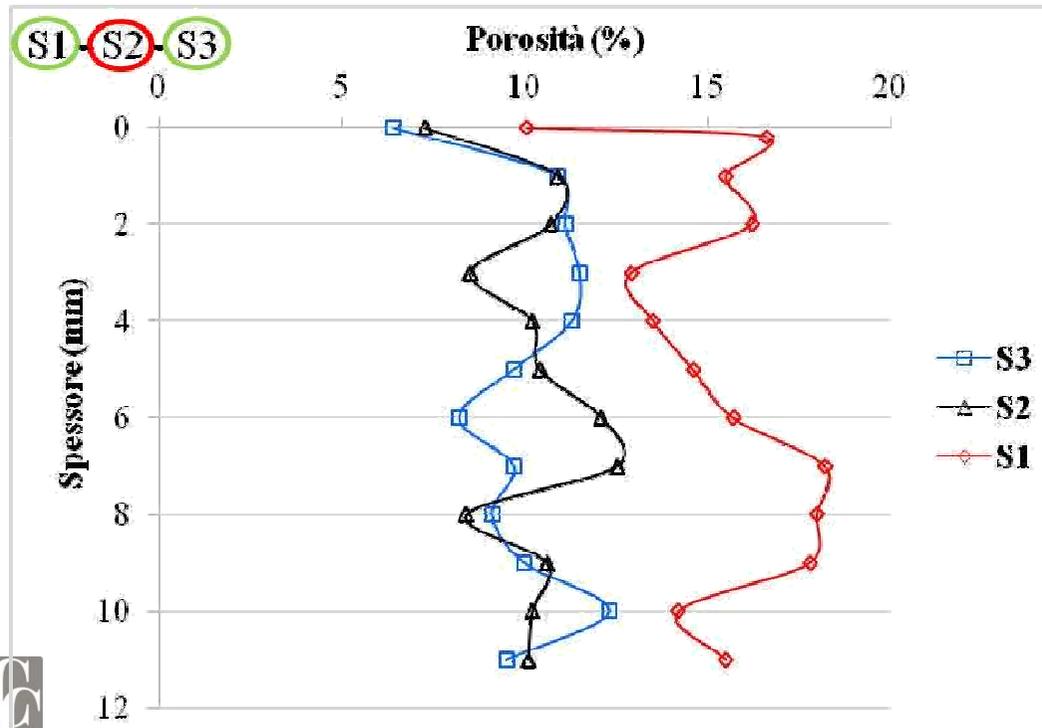
Risultati

Analisi di immagine

Porosità totale e gradiente di porosità



	Spessore 12 mm			Spessore 20 mm	
	S1	S2	S3	S4	S5
Porosità supporto, %	15,6±1,3	10,4±1,4	10,3±1,5	11,6±1,6	9,5±1,3
Porosità smalto+ingobbio, %	13,1	7,3	6,4	10,8	5,8

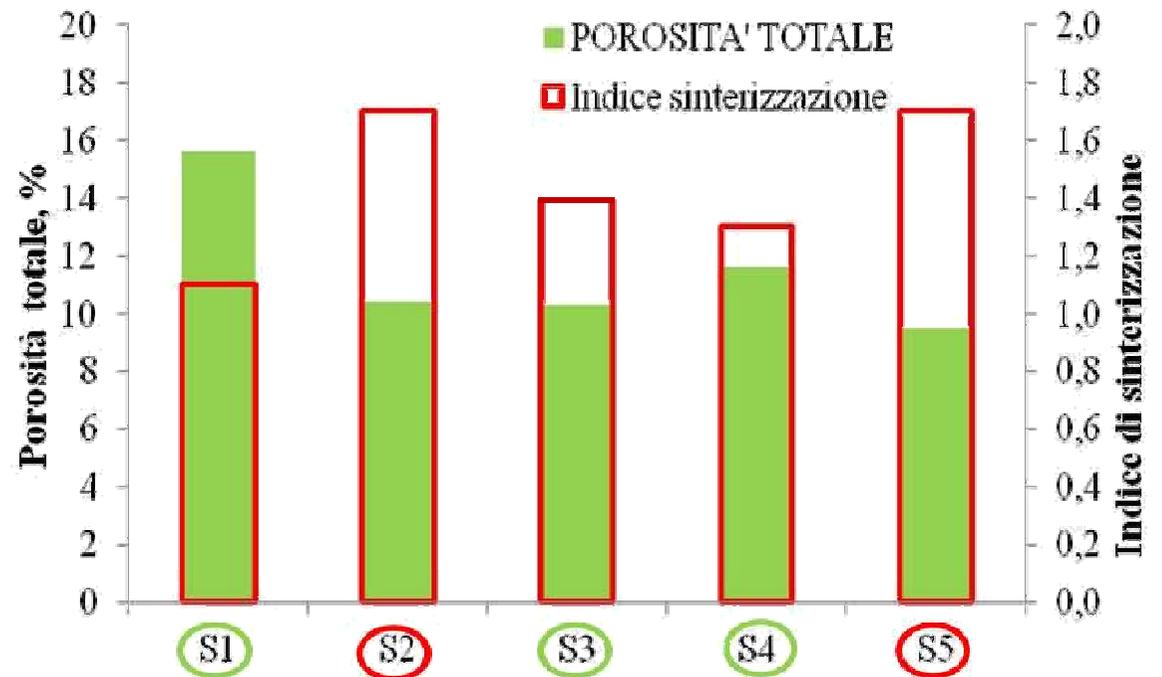


Conclusioni

- campioni che si tagliano bene **in verde**
- campioni che si tagliano male **in rosso**

Parametri utili a valutare gli effetti del taglio	Spessore 12 mm			Spessore 20 mm	
	S1	S2	S3	S4	S5
Indice di sinterizzazione	1,1	1,7	1,4	1,3	1,7
Porosità supporto, %	15,6±1,3	10,4±1,4	10,3±1,5	11,6±1,6	9,5±1,3
Distribuzione porosità	simile S2	simile S1	-	simile S5	simile S4

Parametri critici ai fini del taglio delle lastre



Correlazione tra i valori di porosità totale e l'indice di sinterizzazione.

IPOSTESI:

IS = 1,5

limite oltre il quale si potrebbero avere delle risposte non adeguate al taglio.



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Si ringrazia della collaborazione tutto il personale ABK, in particolare:

Dott. R. Fabbri, Presidente

Ing. M. Fortuna

